

[TRANSLATION]

**KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: Patent Application No. 10-2003-0068113

Date of Application: October 1, 2003

Applicant(s): KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

October 31, 2003

COMMISSIONER (sealed)



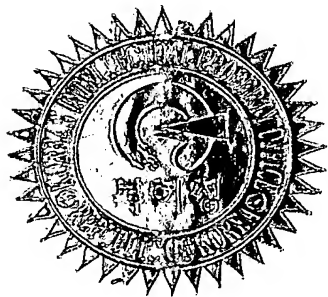
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0068113  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 10월 01일  
Date of Application OCT 01, 2003

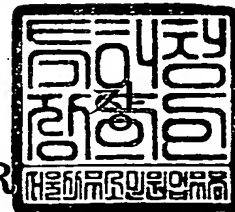
출원인 : 한국기계연구원  
Applicant(s) KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS



2003 년 10 월 31 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003. 10. 01
【발명의 명칭】	박판접합용 표면이동 마찰용접방법
【발명의 영문명칭】	IMPROVEMENT IN PROBE FRICTION BUTT WELDING METHOD
【출원인】	
【명칭】	한국기계연구원
【출원인코드】	3-1999-902348-1
【대리인】	
【성명】	홍성철
【대리인코드】	9-1998-000611-7
【포괄위임등록번호】	1999-029437-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한흥남
【성명의 영문표기】	HAN, HEUNG NAM
【주민등록번호】	680325-1057123
【우편번호】	641-010
【주소】	경상남도 창원시 상남동 66
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이창길
【성명의 영문표기】	LEE, CHANG GIL
【주민등록번호】	631007-1025516
【우편번호】	641-010
【주소】	경상남도 창원시 상남동 66
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김성준
【성명의 영문표기】	KIM, SUNG-JOON
【주민등록번호】	580914-1109110

【우편번호】 641-010  
【주소】 경상남도 창원시 상남동 66  
【국적】 KR  
【심사청구】 청구  
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
홍성철 (인)  
【수수료】  
【기본출원료】 12 면 29,000 원  
【가산출원료】 0 면 0 원  
【우선권주장료】 0 건 0 원  
【심사청구료】 5 항 269,000 원  
【합계】 298,000 원  
【감면사유】 정부출연연구기관  
【감면후 수수료】 149,000 원

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 두 개의 접합부재(1,2)에 대한 맞대기 용접에 있어서, 접합요구선(5)에 접한 프로브(3)를 고속 회전시켜 마찰열을 발생시켜서 상기 접합부재(1,2)의 표면에 강제적이고 극심한 소성변형을 야기시키고, 이러한 소성유동을 재료 내부까지 침투시켜 두 접합부재(1,2)간의 결합이 이루어지도록 하는 용접방법으로, 프로브(3)가 접합요구선(5)을 따라 수평이동함으로써 두 접합부재(1,2)의 연속용접이 가능한 박판접합용 표면이동 마찰용접방법에 관한 것이다.

본 발명은 기존 마찰교반용접과는 달리 프로브 편이 존재하지 않아서 소성유동의 발생이 표면마찰에 의해서만 발생하고, 이 소성유동이 접합부재의 내부로 침투하여 용접됨을 특징으로 한다. 따라서 기존의 마찰교반용접법으로 접합하기 어려운 박판부재의 용접이 가능하고, 프로브 편에 의한 용접말단의 기공결함이 존재하지 않는 장점을 가진다. 바람직한 실시예에 있어서 상기 프로브(3)는 지름이 접합부재(1,2) 두께의 2.0배 이상이고, 접합요구선(5)에 접하는 하단면에 마찰계수를 증대시키는 미세요철을 형성한 것을 사용하는 것이 유리하다.

**【대표도】**

도 1

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

박판접합용 표면이동 마찰용접방법{IMPROVEMENT IN PROBE FRICTION BUTT WELDING METHOD}

## 【도면의 간단한 설명】

도1은 본 발명의 용접장치 및 공정의 개략도,

도2는 두께 0.9mm인 6061 알루미늄 합금 판재의 용접 후 단면 사진,

도3은 두께 1.0mm인 1010 알루미늄 합금 판재의 용접 후 단면 사진,

도4는 두께 0.9mm인 6061 알루미늄 합금 판재 및 구리 판재의 이종재료 판재간의 용접 후 단면 사진.

\* 도면중 주요부분에 대한 부호의 설명 \*

1,2 : 접합부재

3 : 프로브

4 : 용접부

5 : 접합요구선

6 : 소성영역

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<9> 본 발명은 금속박판간을 용접결합의 발생이 없이 양호한 품질로 연속 맞대기용접할 수 있는 박판 접합용 표면이동 마찰용접방법에 관한 것이다.

<10> 용접하고자 하는 부재를 대상으로 마찰원리를 근간으로 하여 적당량의 열을 발생시키고, 마찰부와 인접한 영역에 소성유동을 생성시켜 접합하는 마찰용접법은 지난 수 십년 간 사용되

어 왔다. 이러한 용접방법은 일반적인 용융용접과 대비하여 고상용접이란 장점을 가진다. 통상의 마찰용접법에서 마찰열은 2개의 서로 결합될 부재에서만 발생하는 것이 일반적이다. 이러한 제약으로 인해 기존의 마찰용접법은 용접부재중 하나가 반드시 축대칭이어야 하며, 특정한 방향의 연속용접을 필요로 하는 구조물에는 사용할 수 없는 약점을 가진다.

<11>        상기의 마찰용접법을 개선한 방법으로 제3의 단단한 프로브(probe)와 프로브 핀(probe pin)을 도입한 마찰교반용접법(WO 93/10935, WO 95/26254)이 개발된 바 있다. 이 마찰교반용접의 원리는 접합부재 이음부의 맞대기면을 따라 특수한 나선형의 돌기를 가지는 환봉 모양의 경질재료로 된 프로브 핀을 고속으로 회전시키면서 삽입하면 프로브 핀과 접합부재간의 상호마찰에 의해 열이 발생하고, 이 마찰열에 의해 주변의 소재가 열적으로 연화되면서 프로브 핀의 회전에 의한 강제적인 소성유동으로 혼합되어 접합이 이루어지게 되는 것이다. 이 마찰교반용접법은 알루미늄 합금, 마그네슘 합금, 티타늄 합금, 다이캐스팅 등으로 제조된 주조 제품, 금속기지 복합재료 등 기존 용융용접 기술의 적용이 거의 불가능했던 재료의 접합이 가능해지는 고상용접이라는 점과 함께 연속용접이 가능하다는 장점을 갖는다.

<12>        그러나, 상기와 같은 종래의 마찰교반용접에서는 프로브 핀의 존재로 인해 지금까지 알려진 바로는 접합부재의 두께가 적어도 1.2mm 이상에서만 적용이 가능하고, 용접말단에서 프로브 핀의 삽입으로 인해 생기는 빈 공간을 채울 수 있는 재료가 선단부에 더 이상 존재하지 않아서 용접결함이 유발되는 단점이 있다.

<13>        기존의 용융용접법에 의해서는 1.2mm 이하의 박판접합이 가능하다. 그러나, 우수한 품질의 접합을 얻기 위해서는 작업자가 고도로 숙련되어야 하며 용가제, 분위기 가스, 별도의 열원 등이 반드시 필요하였다. 이러한 이유로 기존의 용융용접법에 의한 박판접합은 공정단가가 매우 높은 것이 단점이다. 그리고, 기존 용융용접법은 접합과정에서 인체에 유해한 자외선과 같

은 광선과 폼(fume), 분진 등이 다량으로 발생하여 작업자의 안전과 건강을 해치는 일이 많았으며, 작업장의 환경을 청결하게 유지하는 데에도 어려움이 많았다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<14> 따라서, 본 발명은 이러한 배경에서 연구된 것으로, 두 개의 접합부재에 대한 맞대기 용접에 있어서 기존의 마찰교반용접법과는 달리 1.2mm 이하의 박판용접이 가능하고, 용접말단에 용접결함을 남기지 않고 연속용접이 가능한 박판접합용 표면이동 마찰용접방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<15> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은 두 개의 접합부재에 대한 맞대기 용접에 있어서, 프로브를 고속 회전시켜 마찰열을 발생시키면서 상기 접합부재의 표면에 강제적이고 극심한 소성변형을 야기시키고, 이러한 소성유동을 재료 내부까지 침투시켜 두 접합부재 간을 연속 맞대기 용접하는 것을 특징으로 하는 박판접합용 표면이동 마찰용접방법을 제공한다. 이하에서, 본 발명을 첨부도면을 참조하여 더욱 상세히 설명한다.

<16> 도1에서 보여진 바 같이, 본 발명에 따르면 두 개의 접합부재(1,2)의 맞대기 용접에 있어서 회전동력원에 결합된 환봉형 프로브(3)가 적절한 마찰열의 발생을 위해 접합부재(1,2)의 접합요구선(5)상에 일정한 압력으로 접해 고속 회전하면서 상기 두 접합부재(1,2)의 접합요구선(5)을 따라 수평이동을 하게 됨으로써 상기 두 접합부재(1,2)는 접합요구선(5)이 있는 맞대기부위를 따라 대략 프로브(3) 지름 크기의 너비를 가지는 용접부(4)가 형성되면서 접합된다. 상기 환봉형 프로브(3)의 회전으로 인해 발생한 소성영역(6)은 프로브(3) 직하 측, 용접부재의 표면에서는 대략 프로브 하단의 면적과 같으나, 재료 내부로 갈수록 그 폭이 점차 줄어 든다.



이 소성영역(6)내에 존재하는 두 접합부재(1,2) 부위는 표면에서 발생한 마찰열과 소성변형에 의한 가공발열로 인해 연화되고, 강제적이고 극심한 소성유동으로 인해 접합된다.

<17> 한편, 상술한 표면마찰에 의해 발생하는 소성영역(6)의 깊이는 접합부재(1,2)의 용접가능 두께를 결정하는 인자가 된다. 우선, 소성영역(6)의 깊이는 프로브(3)의 지름에 비례한다. 다음 (식1)은 용접가능 판재의 두께(t)와 프로브의 지름(D)과의 관계를 다양한 프로브 지름 조건에서의 실험결과로부터 얻은 결과이다.

$$D \geq 2.0 \times t \quad \text{-----}(\text{식 } 1)$$

<19> 프로브(3)의 지름이 클수록 용접가능한 판재의 두께는 두꺼워지지만, 용접부(4)의 크기가 커지는 문제점이 따르게 된다. 또, 프로브(3)의 회전속도가 너무 빠르면 마찰열이 심해져서 재료의 표면영역과 내부영역간의 온도편차가 크게 되어 재료의 연화가 표면에 집중되므로 소성영역의 내부 침투가 어려워지게 된다. 한편, 용접부재와 프로브간의 마찰계수가 크면 재료표면에 소성유동이 잘 발생하여 소성영역의 깊이가 깊어진다. 따라서, 프로브의 마찰계수를 크게 하기 위해서 프로브(3)의 접합부재(1,2)와 접하는 하단면에 미세한 요철을 만드는 것이 용접성을 향상시키는데 큰 도움이 된다.

<20> 본 발명의 방법에 의한 용접의 경우 용접대상 판재에 대한 프로브의 표면마찰에 의한 소성유동을 재료 내부까지 침투시켜야 하므로 두꺼운 판재의 용접은 단패스(single pass) 용접으로 불가능한 경우가 있게 된다. 이러한 경우에는 1차 접합면의 반대쪽 면에 또 한번의 용접을 실시하는 이중패스(double pass) 용접을 통해 보다 두꺼운 판재의 접합도 가능해진다.

<21> 상기 설명과 같은 본 발명의 용접방법은 기존 마찰교반용접과는 달리 프로브 편이 존재하지 않아서 소성유동의 발생이 접합부재에 대한 프로브의 표면마찰에 의해서만 발생하고, 이

소성유동이 접합부재의 내부로 침투하여 용접됨을 특징으로 한다. 따라서, 기존의 마찰교반용 접법으로 접합하기 어려운 박판부재의 용접이 가능하고, 프로브 핀에 의한 용접말단의 기공결함이 존재하지 않는 장점을 가진다. 본 발명의 방법에 의한 용접에 있어 용접표면에서 발생하는 소성유동을 재료 내부까지 잘 전달하기 위해서는 접합부재의 두께보다 2.0배 이상으로 큰 지름을 가진 프로브를 사용해야 하며, 또 프로브의 마찰계수를 증대시키기 위해 접합부재와 접하는 프로브의 하단면에 미세요철을 만드는 것이 유리하다.

- <22> 본 발명의 방법을 요약정리해 보면, 본 발명은 도1과 같이 두 개의 접합부재(1,2)에 대한 맞대기 용접에 있어서,
- <23> (a) 두 접합부재(1,2)의 접합면을 서로 마주 보게 하여 견고하게 맞대기하는 단계와,
- <24> (b) 상기 접합부재(1,2)보다 견고한 재질로 이루어진 환형 프로브(3)를 접합부재(1,2)의 접합요구선(5)상에 접촉 위치시키는 단계와,
- <25> (c) 상기 프로브(3)를 고속 회전시켜 접합부재(1,2)의 표면에 마찰열을 발생시키면서 접합부재(1,2) 표면에 강제적이고 극심한 소성변형을 야기시키는 단계와,
- <26> (d) 상기 접합부재(1,2)의 표면에 발생한 소성변형이 부재의 구성 재료 내부로 침투하여 두 접합부재(1,2)가 결합되는 단계와,
- <27> (e) 상기 프로브(3)가 접합요구선(5)을 따라 수평 이동함으로써 상기 두 접합부재(1,2)를 연속적으로 용접하는 단계로 구성된다.

<28> 실시예

- <29> 0.9mm 두께를 가지는 6061 알루미늄 합금 판재를 프로브의 지름이 13mm이고 회전속도 2000rpm, 용접속도 100mm/min 조건에서 본 발명의 방법으로 용접하였다. 도2는 상기 재료의 판

재에 대한 용접부위의 단면 사진이다. 소성영역의 형태는 표면부위에서 가장 크고 내부로 갈수록 작아지는 양상을 보인다. 상기 용접조건에서 0.9mm 두께의 박판이 본 발명에서 제안한 용접 방법에 의해 완전하게 접합되었음을 확인할 수 있다.

<30> 도3은 1.0mm 두께를 가지는 1010 알루미늄 판재를 프로브의 지름이 13mm이고 회전속도 1200rpm, 용접속도 100mm/min 조건에서 용접한 후 촬영한 용접부위의 단면 사진이다. 이 경우 역시 접합부재의 하단부까지 완전하게 접합되었음을 확인할 수 있다.

<31> 도4는 0.9mm 두께를 가지는 6061 알루미늄 합금 판재와 구리 판재를 프로브의 지름이 13mm이고 회전속도 1800rpm, 용접속도 100mm/min 조건에서 용접한 후 촬영한 용접부위의 단면 사진이다. 본 발명의 방법을 적용하는 경우 위와 같은 이종금속 판재간에도 완전한 접합이 이루어짐을 확인할 수 있으며, 이를 통해 기존의 용융용접방법으로는 접합이 불가능했던 이종재료간의 접합도 본 발명에서 제공하는 표면이동 마찰용접방법에 의해 실현될 수 있음을 알 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<32> 따라서, 상술한 바와 같은 본 발명은 1.2mm 이하 두께의 박판금속부재에 대해 동종이나 이종재료에 관계없이 용접이 가능하면서 용접말단에 용접결함을 남기지 않고 우수한 품질로 연속용접이 가능한 장점이 있다. 또한, 본 발명의 용접법은 작업자의 숙련도와 용접품질이 크게 관계없으며 용접과정에서 인체에 유해한 광선, 폼, 가스, 분진 등이 전혀 발생하지 않기 때문에 작업자의 안전 및 건강보호와 작업장의 청결을 유지할 수 있는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

두 개의 접합부재(1,2)를 맞대기 용접하기 위한 방법으로서, 상기 두 접합부재(1,2)의 접합면을 서로 마주 보게 하여 견고하게 맞대기하는 단계와, 상기 접합부재(1,2) 보다 견고한 재질로 이루어진 환형 프로브(3)를 상기 접합부재(1,2)의 접합요구선(5)상에 접촉 위치시키는 단계와, 상기 프로브(3)를 고속 회전시켜 마찰열을 발생시키면서 상기 접합부재(1,2)의 표면에 강제적이고 극심한 소성변형을 야기시키는 단계와, 상기 접합부재(1,2)의 표면에 발생한 소성 변형이 재료 내부로 침투하여 두 접합부재(1,2)간이 결합이 이루어지도록 하는 단계와, 상기 프로브(3)를 접합요구선(5)을 따라 수평 이동시켜 두 접합부재(1,2)를 연속적으로 용접하는 단계를 포함하여 구성됨을 특징으로 하는 박판접합용 표면이동 마찰용접방법.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서, 상기 프로브(3)의 지름이 상기 접합부재(1,2) 두께의 2.0배 이상인 것을 특징으로 하는 박판접합용 표면이동 마찰용접방법.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서, 상기 프로브(3)의 지름이 접합부재(1,2) 두께의 2.0배 미만일 경우 상기 접합부재(1,2)간 접합면의 상,하부에 대해 이중패스 용접을 행하도록 하는 것을 특징으로 하는 박판접합용 표면이동 마찰용접방법.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서, 상기 프로브(3)로서 그 하단면에 마찰계수를 증대시키기 위한 미세요철을 형성한 프로브를 사용하는 것을 특징으로 하는 박판접합용 표면이동 마찰용접방법.

1020030068113

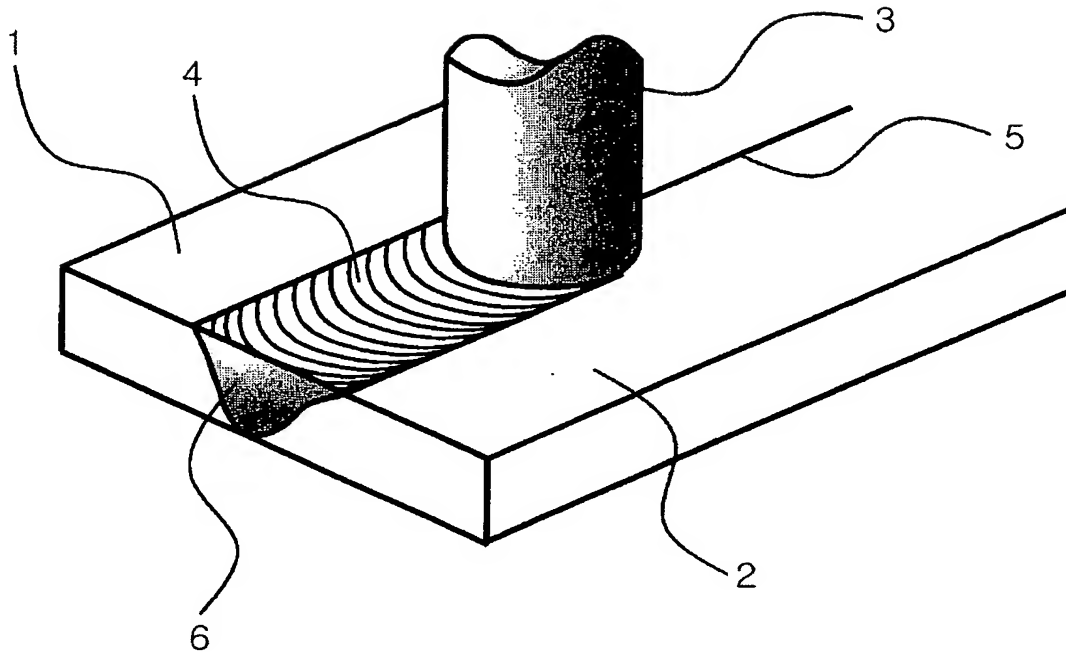
출력 일자: 2003/11/8

【청구항 5】

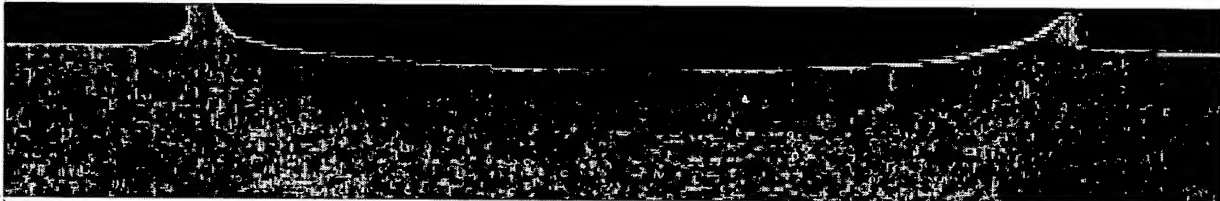
제1항에 있어서 상기 접합부재(1,2)가 동종재료 또는 이종재료의 접합부재인 것을 특징으로 하는 박판접합용 표면이동 마찰용접방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

